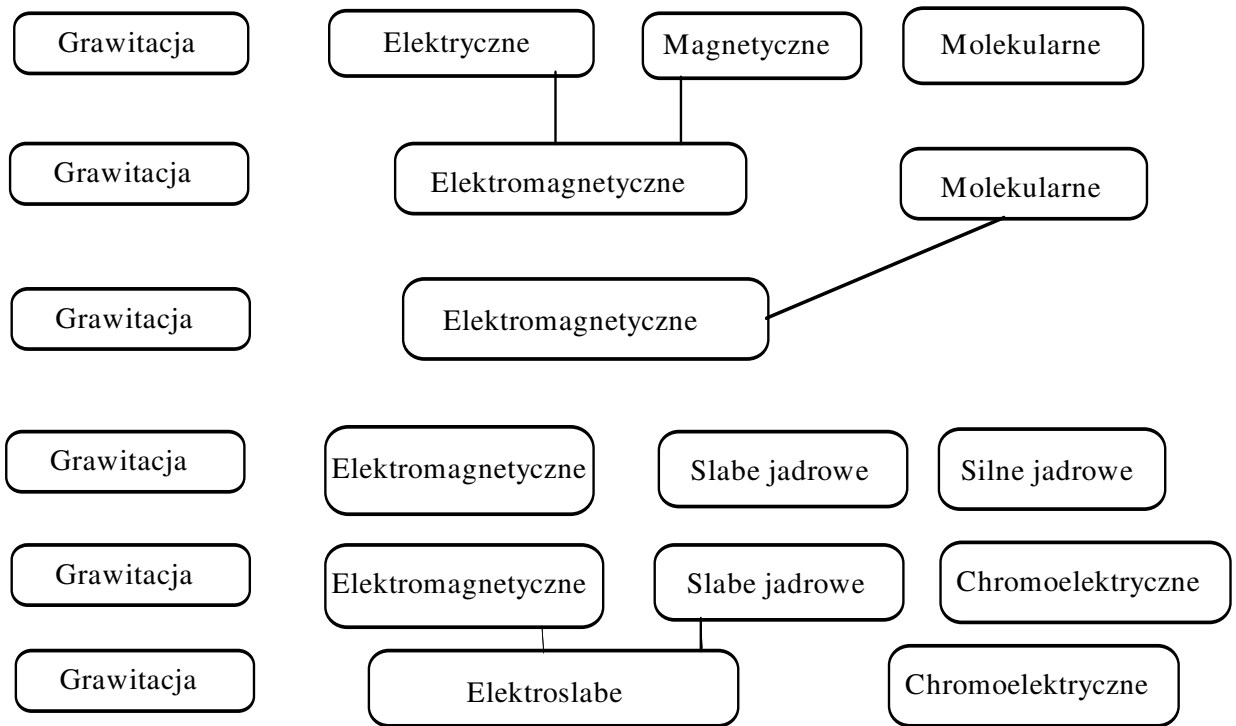


Oddziaływania fundamentalne

Poniżej przedstawiono historyczny rozwój znanych sił fundamentalnych.



Pierwszy rząd:

Początek XIX wieku. Oddziaływanie molekularne, będące krótkozasięgowym, miało być odpowiedzialnym za przyleganie obiektów (kohezja, tarcie).

Drugi rząd:

Koniec XIX wieku. Szereg eksperymentów i odkryć teoretycznych spowodowały, że elektryczność i magnetyzm zobaczono jako manifestację tej samej siły fundamentalnej, zwanej siłą elektromagnetyczną. Unifikująca teoria stworzona została przez Jamesa Clarka Maxwella.

Trzeci rząd:

Początek XX wieku. Chociaż atom jest elektrycznie obojętny, składa się z cząstek naładowanych. Krótkozasięgowe oddziaływanie molekularne okazało się efektem niecałkowitego kasowania się sił działających pomiędzy ładunkami tworzącymi atom.

Czwarty rząd:

Połowa XX wieku. Badanie struktury jądra doprowadziło do dodania dwu sił działających pomiędzy składnikami jądra. Oddziaływanie silne jądrowe wiąże protony i neutrony w jądrze, natomiast oddziaływanie słabe jest odpowiedzialne za przekształcanie się jednych cząstek w drugie (np. w przemianie β).

Piąty rząd:

Lata siedemdziesiąte XX wieku. Rozwój modelu kwarków, jako elementarnych składników nukleonów doprowadził do tego, że oddziaływanie silne pomiędzy nukleonami, rozumiane jest w podobny sposób jak oddziaływanie molekularne, czyli jako pozostałość po niecałkowitej kompensacji bardziej elementarnego oddziaływania chromodynamicznego pomiędzy kwarkami..

Szósty rząd:

Lata osiemdziesiąte XX wieku. Odkrycie cząstek zwanych bozonami W i Z potwierdziło przewidzianą wcześniej unifikację oddziaływań silnych i elektromagnetycznych.

Cząstki elementarne

Cząstki elementarne można podzielić na trzy grupy:

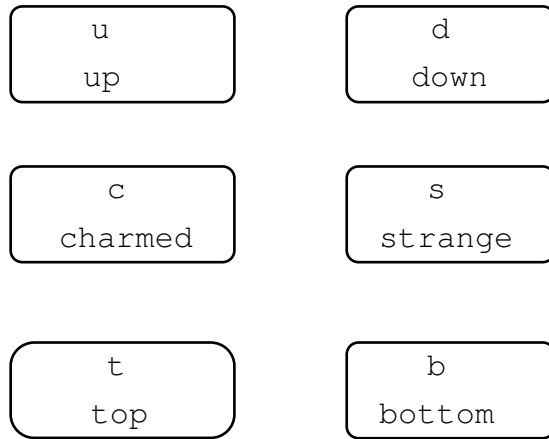
- 1) *Leptony*
- 2) *Kwarki*
- 3) *Bozony kalibracyjne.*

LEPTONY

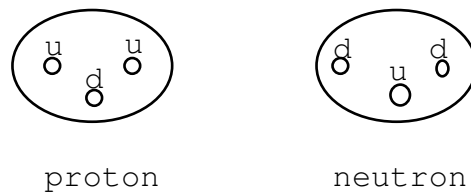
e elektron	ν_e neutrino elektronowe
μ mion	ν_μ neutrino mionowe
τ tauon	ν_τ neutrino tauonowe

Nazwa pochodzi od greckiego słowa *leptos* - lekki, ponieważ w porównaniu z innymi cząstkami mają one niewielką masę. Na powyższym rysunku sześć leptonów przedstawiono parami w trzech rzędach (trzy generacje leptonów). W każdej parze występuje jedno neutrino. Leptony znajdujące się w pierwszej kolumnie mają ładunek elektryczny taki jak elektron, neutrina są obojętne elektrycznie. Żaden z leptonów, w przeciwieństwie do kwarków, nie posiada ładunku zwanego kolorem. Neutrina są bezmasowe, zaś masy pozostałych leptonów wynoszą: $m[e]=0,511$ MeV, $m[\mu]=105,6$ MeV, $m[\tau]=1784$ MeV. Spin wszystkich leptonów jest równy $1/2$. Leptony z pierwszej kolumny uczestniczą w oddziaływaniach elektromagnetycznym i słabym, natomiast neutrina jedynie w oddziaływaniu słabym.

KWARKI



Podobnie jak i leptony, kwarki zostały przedstawione w postaci trzech rzędów (generacji). Cała "zwykła" materia może być zbudowana z cząstek należących do pierwszej generacji. Na przykład proton i neutron można przedstawić w następujący sposób:



Kwarki z pierwszej kolumny mają ładunek elektryczny równy $+(2/3) \cdot e$, z drugiej kolumny ładunek $-(1/3) \cdot e$. Ponadto kwarki posiadają specyficzne ładunki zwane kolorami. Każdy z wyżej wymienionych kwarków może posiadać jeden z trzech kolorów: r(red), b(blue), y(yellow). Obiekt, składający się z kwarków o trzech różnych kolorach daje obiekt bez koloru (np. proton i neutron). Spin kwarków jest równy $1/2$. Kwarki uczestniczą w oddziaływaniach chromodynamicznych, elektromagnetycznych, słabych i grawitacyjnych.

BOZONY KALIBRACYJNE

Są to cząstki przenoszące oddziaływania. Nazywają się one bozonami od nazwiska fizyka hinduskiego S.N. Bosego. Ich spin jest całkowity - grawitonu jest równy dwa, pozostałych cząstek jest równy jeden.. Nośnikiem oddziaływań grawitacyjnych jest grawiton. Grawiton jest cząstką o masie zerowej, nie ma ładunku elektrycznego. Ponieważ oddziaływanie grawitacyjne jest bardzo słabe, wykrycie tej cząstki jest obecnie technicznie niemożliwe. Oddziaływanie elektromagnetyczne przenosi foton, cząstka o zerowej masie i ładunku. Oddziaływanie słabe odbywa się za pomocą trzech bozonów wektorowych (pośredniczących): dwa obdarzone są ładunkiem elektrycznym: W^- i W^+ , oraz jeden jest neutralny Z^0 . Masa tych cząstek jest niezerowa i wynosi około 90 GeV. Odkryte zostały w 1983 roku w CERN-ie. Nośnikami oddziaływania chromodynamicznego są cząstki zwane gluonami (od angielskiej nazwy glue - klej). Jest ich osiem, różnią się kolorem. Są to cząstki bezmasowe.

Należy ponadto pamiętać, że dla większości cząstek istnieją antycząstki, mające np. tą samą masę, czas życia, moment pędu, lecz różniące się np. ładunkiem elektrycznym lub kolorem, momentem magnetycznym i innymi liczbami kwantowymi.